

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Proyek

Proyek merupakan sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu, proyek biasanya bersifat lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan bermacam keahlian dari berbagai profesi dan organisasi. Setiap proyek adalah unik, bahkan tidak ada dua proyek yang persis sama. Dipohusodo (1995) menyatakan bahwa suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan sumber dayayaitu manusia, bahan bangunan, peralatan, metode pelaksanaan, uang, informasi, dan waktu.

Dalam Suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu (Kerzner, 2006). Pada umumnya, mutu konstruksi merupakan elemen dasar yang harus dijaga untuk senantiasa sesuai

dengan perencanaan. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan (Proboyo, 1999). Dengan demikian, seringkali efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan tidak tercapai.

Rangkaian kegiatan dalam proyek konstruksi diawali dengan lahirnya suatu gagasan yang muncul dari adanya kebutuhan dan dilanjutkan dengan penelitian terhadap kemungkinan terwujudnya gagasan tersebut (studi kelayakan). Selanjutnya dilakukan desain awal, desain rinci, pengadaan sumber daya, pembangunan di lokasi yang telah disediakan, dan pemeliharaan bangunan yang telah didirikan sampai dengan penyerahan bangunan kepada pemilik proyek.

2.2. Pengertian Beton

Beton merupakan suatu bahan bangunan yang bahan penyusunnya terdiri dari bahan semen hidrolik (*Portland Cement*), air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah. Rongga antara agregat kasar pada beton akan diisi oleh agregat halus, dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh air, semen, dan bahan tambah. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, yang disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi antara air dengan semen.

Dipohusodo (1995) menekankan bahwa beton normal memiliki berat jenis 2300-2400 kg/m³, nilai kekuatan, dan daya tahan beton terdiri dari beberapa faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, suhu, dan kondisi perawatan pengerasannya. Beberapa hal itu dapat menghasilkan

beton yang memberikan kelacakan dan konsistensi dalam pengerjaan beton, ketahanan terhadap korosi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dll) dan dapat memenuhi uji kuat tekan yang direncanakan.

Menurut Tjokrodimulyo (1992), beton mempunyai beberapa kelebihan antara lain:

1. harga relatif murah karena menggunakan bahan – bahan dasar dari bahan lokal, kecuali sement portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil mungkin harga beton agak mahal,
2. beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat yang tahan terhadap pengikisan/pembusukan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami,
3. beton segar dapat mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan. Cetakan dapat dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah,
4. beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatannya termasuk rendah.

Namun beton juga mempunyai beberapa kekurangan. Menurut Tjokrodimulyo (1992) kekurangan beton antara lain :

1. beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kas,
2. beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak

beton,

3. beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion Joint*) untuk mencegah terjadinya retak – retak akibat perubahan suhu,
4. beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

2.3. Kerusakan yang Terjadi pada Beton

Kerusakan pada beton disebabkan oleh salah perhitungan atau salah dalam perencanaan awal, dan karena kesalahan dalam pengerjaan atau pelaksanaan pengecoran beton dan *maintenance* yang kurang diperhatikan (Alfredo dkk., 2014). Berikut beberapa jenis kerusakan pada beton :

- a. Retak (*cracks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit (Mangkoesoebroto, 1998). Keretakan ini bisa disebabkan oleh berbagai hal seperti kesalahan dalam proses *curing*, kelebihan beban, kehilangan air dan faktor cuaca. Bila perkerasan beton timbul retak, maka harus segera dibersihkan dan ditutup. Jika terdapat problem struktural maka harus ditambal pada seluruh kedalamannya. Seluruh sambungan dan retakan harus ditutup dengan bahan perekat supaya masuknya air dan bahan asing yang lain dapat dicegah. Jika sambungan atau retakan tidak ditutup, maka kemungkinan besar akan terjadi kerusakan perkerasan secara menyeluruh. Retak dapat dikenali dengan tiga parameter yaitu lebarnya, panjangnya dan pola umumnya, lebar retak ini sulit diukur

karena bentuknya yang tidak teratur (*irregular shape*). Pada fase pengerasan beton terdapat retak mikro, retak ini sulit dideteksi karena terlalu kecil. Untuk melihat lebar retak mikro biasanya dipergunakan *Crack Microscope* yang lebarnya bervariasi antara 0,125 – 1,0 μm (8 jam pertama setelah pencetakan). Lebar retak minimum yang dapat dilihat oleh mata sebesar 0,13 mm (0,005 in), dikenal dengan retak mikro. Retak mikro apabila dibebani akan menjadi retak mayor atau retak yang lebih besar. Lebar retak maksimum yang diijinkan dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 2.1 Lebar Retak Maksimum yang Diijinkan [ACI Committee 244, 1972]

No	Jenis struktur dan kondisi	Toleransi Lebar retak (mm)
1	Struktur dalam ruangan, udara kering, pemberian lapisan kedap air	0,41
2	Struktur luar, kelembaban sedang, tidak ada pengaruh korosi	0,3
3	Struktur luar, kelembaban tinggi, pengaruh kimiawi	0,18
4	Struktur dengan kelembaban tinggi dan	0,15
5	Struktur berkaitan dengan air	0,1

- b. *Honeycomb* berhubungan dengan *void* atau kekosongan pada beton yang disebabkan oleh mortar yang tidak mengisi ruang antar partikel agregat kasar. Hal ini biasanya terlihat jelas ketika bekesting dibuka, menunjukkan permukaan beton yang kasar dan berbatu dengan rongga udara diantara agregat kasar. Terkadang, permukaan mortar menutupi luasan kerusakan.

Honeycomb mungkin saja meluas sampai kedalam bagian struktur. *Honeycomb* merupakan masalah estetika, dan bergantung pada kedalaman dan luasnya dapat mengurangi daya tahan dan kekuatan structural bangunan. (Concrete Cement and Aggregate Australia, 2012).

- c. *Scaling* adalah keadaan dimana eksposisi yang berulang-ulang terhadap pembekuan dan pencairan sehingga permukaan terkelupas.
- d. *Spalling* adalah melekatnya material pada permukaan bekisting sehingga permukaan beton terlepas dalam kepingan atau bongkah kecil
- e. *Dusting* adalah terlepasnya partikel-partikel sehalus debu yang dapat terdiri dari semen yang sangat halus atau agregat yang sangat halus, terlepas akibat abrasi misalnya saat lantai disapu.
- f. *Popouts* adalah terdapatnya material organik dalam campuran, kontaminasi yang reaktif atau korosi padatan dapat menimbulkan rongga pada beton, juga dapat disebabkan ekspansi agregat yang *pourous* segera setelah pengecoran sampai setahun lebih tergantung permeabilitas beton dan ketidakstabilan volume agregat yang digunakan.
- g. *Water Cavitation* adalah disintegrasi beton pada titik-titik dimana terdapat aliran air turbulen akibat pecahnya gelembung-gelembung pada air. Erosi oleh air dimana abrasi oleh benda-benda padat yang tersuspensi dalam air terhadap permukaan beton mengakibatkan disintegrasi beton sepanjang alur aliran air.
- h. Pada lekatan baja beton, kekuatan lekatan dipengaruhi kekasaran permukaan baja, kualitas beton disekitar tulangan. Kegagalan lekatan berakibat

menurunnya daya dukung komponen struktur terhadap beban yang bekerja, meningkatnya deformasi, bahkan runtuhnya struktur. Kegagalan lekatan bisa diakibatkan korosi pada tulangan, kebakaran, tipisnya selimut beton, jarak tulangan yang rapat serta diameter tulangan yang besar dan gaya siklis akibat gempa.

- i. Penggunaan *fly ash* pada campuran beton berpotensi mengalami serangan kimia terutama lingkungan bersulfat, selain itu tegangan internal yang disebabkan oleh mengembangnya unsur akibat bereaksinya unsur tertentu pada beton, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dengan unsur kimia penyerang. Air laut mengandung sulfat yang secara kimiawi dapat menyerang beton, selain itu dapat juga berasal dari unsur asam SO_2 dan CO_2 yang bersifat melarutkan unsur semen pada beton.
- j. Sering dijumpai daya dukung tanah baik namun disertai konsolidasi besar. Dilain pihak ada daya dukung tanah tidak seragam di sebagian lokasi bangunan, menjadikan perbedaan penurunan pondasi, komponen yang sering rusak akibat penurunan pondasi adalah dinding pengisi. Sedangkan perkuatan merupakan upaya meningkatkan elemen struktur yang telah ada atau menambah elemen struktur baru yang tidak tersedia atau dianggap tidak perlu saat struktur dibangun. Perkuatan struktur biasanya dilakukan sebagai upaya pencegahan sebelum struktur mengalami kerusakan.

2.4. Cara Memperbaiki Kerusakan Beton

Kerusakan beton menimbulkan dampak yang merugikan, maka dari itu kerusakan beton harus diperbaiki agar kerugian tersebut dapat dihindari dan sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Menurut Isnaeni (2009), beton dapat diperbaiki dengan beberapa cara yaitu:

2.4.1. *Acid Etching*

Acid Etching merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mempersiapkan permukaan beton asli yang akan menerima penerapan material perbaikan atau untuk mengkasarkan permukaan licin yang akan dikerjakan. Untuk kebutuhan ini biasanya dipakai *muriatic acid* yang dilarutkan kemudian dituang ke permukaan beton dan disapu dengan kuat sehingga tidak timbul gelembung-gelembung lagi, lalu permukaan segera dibersihkan dengan menyiramkan air.

2.4.2. *Caulking*

Caulking adalah teknik yang digunakan untuk menangani perbaikan terhadap retak dengan ukuran kecil atau menengah dimana secara keseluruhan tidak perlu dibobok atau diganti. Dengan cara ini retak yang sempit pada beton diisi material yang bersifat plastic, bukan yang mengalir dengan mudah seperti *grout* atau yang kaku seperti *dry pack mortar*.

2.4.3. *Routing dan Sealing*

Routing dan Sealing adalah teknik yang digunakan untuk memperbaiki retak yang bersifat *dormant* dan tidak memiliki signifikansi structural. Dengan metode ini retak diperbesar sepanjang permukaan yang terekspos dan mengisinya

dengan *joint sealant* yang sesuai. Sebagai *sealant* dapat dipilih senyawa *epoxy*, selain itu dapat digunakan *urethane* yang akan tetap flexibel pada perubahan temperatur yang besar.

2.4.4. Coating

Pada cara ini beton dilapisi dengan material bersifat plastic atau cair yang kemudian membentuk lapisan yang menyelimuti beton yang menghadapi lingkungan yang membahayakan. *Coating* dapat diterapkan dengan cara menyikat, *rolling*, atau menyemprot. Penggunaan umum *coating* antara lain untuk *waterproofing*, melindungi beton dari bahan kimia agresif atau untuk memperoleh masa guna lebih panjang pada beton yang memikul beban lalu lintas.

2.4.5. Penggantian Secara Konvensional Menggunakan Material dengan Konsistensi Plastik

Penggantian secara konvensional menggunakan material dengan konsistensi plastik, beton yang rusak dapat diganti dengan mortar berkonsistensi plastik yang dibuat atas dasar semen *Portland*, atau beton, atau material penambal yang bersifat plastik lainnya (bukan *elastomeric*). Beton asli dapat dibuang sebagian atau seluruhnya tergantung besarnya dan sifat kerusakan.

2.4.6. Penggantian Secara Konvensional Menggunakan Dry Pack

Prosedur serupa seperti penggantian secara konvensional menggunakan material dengan konsistensi plastik, namun material yang digunakan tidak memiliki *slump (no slump)* yang disebut *dry pack*. Material ini dipadatkan kepada daerah yang harus diperbaiki. Cara ini sesuai untuk memperbaiki rongga-rongga

yang dalam dan tidak lebar serta tidak dibalik penghalang maupun tulangan beton dengan kata lain yang aksesibilitasnya baik karena dalam hal ini bekisting tidak dibutuhkan.

2.4.7. Grinding

Bila permukaan suatu plat beton tidak mulus kedatarannya atau bila plat tersebut memiliki lubang atau retak yang dangkal maka teknik ini yang dapat digunakan. Namun cara ini lambat, serta mahal dan menimbulkan debu sehingga cara lain yang juga dapat dipertimbangkan adalah *acid etching*.

2.4.8. Injeksi

Retak-retak yang sempit dapat diperbaiki dengan menyuntikkan *epoxy resin*. *Methyl methacrylate resins* juga sering dipakai, injeksi ini digunakan bila retak bersifat *dormant* atau dapat dicegah untuk bergerak lebih lanjut.

2.4.9. Jacketing

Pada cara ini material dilekatkan dengan menggunakan pengencang pada beton. Material ini dapat berupa metal, karet plastic, atau beton dengan kekuatan tinggi. Pengencangan dilakukan dengan baut, paku, sekrup, *adhesive* atau *straps*.

2.4.10. Prepack Concrete

Prepack concrete, atau disebut juga *preplaced aggregate concrete*. Pada teknik ini agregat yang bersifat *gap graded* dipadatkan pada suatu lubang dan direndam dengan air untuk menjadikan aggregate jenuh, kemudian mortar atau *grout* dipompakan dari dasar sehingga menggantikan tempat air.

2.4.11. *Resurfacing (Overlaying) Tipis atau Biasa*

Suatu lapisan (*overlay*) material perbaikan yang seragam diterapkan pada area beton yang luas. Cara ini digunakan untuk memperbaiki lantai dan perkerasan jalan yang secara struktur masih baik namun permukaan rusak akibat siklus pembekuan-pencairan ataupun lalu lintas berat, terkadang digunakan untuk plat yang akan ditinggikan permukaannya. Ketebalan lapisan yang kurang dari 5 cm dikategorikan tipis dan yang lebih dari 5 cm dikategorikan biasa.

2.4.12. *Resurfacing (Overlaying) Bonded atau Unbonded*

Pada saat akan dilakukan *resurfacing*, perlu ditentukan apakah lapisan akan dilekatkan (*bonded*) atau tidak. Bila kerusakan merupakan fenomena permukaan seperti *spalling* atau *scalling* biasanya disarankan dilekatkan. Sebaliknya bila masalah melibatkan retak atau pergerakan struktur mungkin dipilih lapisan yang tidak dilekatkan pada permukaan agar tidak mengganggu plat dasar. pemisahan antara lapisan atas dengan plat dasar dapat memakai pasir, lembaran *polyethylene* atau keduanya sehingga kedua lapisan dapat bergerak secara bebas.

2.4.13. *Shotcreting*

Pada cara ini beton atau mortar ditembakkan dengan tekanan pada lubang atau permukaan beton yang akan diperbaiki yang dilakukan dengan memompa seluruh material yang telah dicampur melalui pipa kemudian menembakkan/memompa bahan atau mortar yang masih kering lalu mencampurnya dengan air pada bagian *nozzle* pembentuk beton

2.4.14. *Stitching*

Stitching digunakan untuk memperbaiki retak yang besar dimana kontinuitas struktur dan kekuatan tarik harus dikembalikan seperti semula. Pada teknik ini digunakan *dogs* (metal berbentuk U dengan kaki pendek) diletakkan melalui retak dan diangker pada lubang-lubang dengan menggunakan *grout* atau system perekat berdasarkan *epoxy resin* yang tidak menyusut. *Dogs* dengan beberapa ukuran yang berbeda diletakkan di sepanjang bidang-bidang yang berbeda untuk menghindari konsentrasi tegangan. *Stitching* Tidak akan menutup retak tetapi menghindarkan penyebarannya. Bila terdapat masalah air, retak harus ditutup sehingga tahan air sebelum melakukan untuk mencegah korosi pada *Stitching dogs*.

2.4.15. Penambahan Tulangan

Pada cara ini mula-mula retak ditutup, lalu lubang-lubang dibuat dengan bor melalui bidang retak pada arah kurang lebih 90° . Lubang-lubang dan bidang retak kemudian diisi *epoxy* yang dipompa dengan tekanan rendah dan selanjutnya tulangan diletakkan pada lubang-lubang tersebut. *Epoxy* akan merekatkan kembali permukaan beton yang retak dan akan mengangker tulangan.

2.4.16. *External Prestressing*

Bila daerah yang retak terlalu luas untuk menerapkan *Stitching* dan retak harus ditutup, metode *post tensioning* sering dapat digunakan. Pada cara ini batang atau kabel *prestressing* ditanam pada beton yang rusak, memberikan

tegangan padanya sampai suatu tegangan tarik tertentu lalu mengangkerkannya sehingga elemen yang rusak mendapat gaya tekan.

2.4.17. Autogenous Healing

Suatu proses natural perbaikan retak yang dikenal sebagai dapat terjadi pada beton bila lingkungan sekitarnya bersifat lembab dan tidak ada tegangan tarik atau pergerakan. Proses ini akan menutup retak yang bersifat dormant di dalam lingkungan yang lembab. Perbaikan ini tergantung dari terjadinya proses karbonisasi dari *calcium hydroxide* di dalam pasta semen oleh *carbon dioxide* yang ada di dalam udara atau air sekelilingnya. Pelekatan kimiawi dan mekanik yang terjadi antara kristal dan permukaan pasta serta agregat akan mengembalikan sebagian kekuatan tarik beton melalui penampang retak dan retak akan tertutup.